

(11)Publication number : 10-281832
(43)Date of publication of application : 23.10.1998

(72)Inventor : ANZAI YOSHIRO
YAZAWA SETSUO
OKAMURA TOMOYOSHI
KOGA MASAOKI

<http://www19.jpdl.ncipi.go.jp/PA1/result/detail/main/wAAAfesaiEvDA410281832P...> 2006/07/28

This Page Blank (uspto)

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-281832

(43)公開日 平成10年(1998)10月23日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 1 F 1/66

識別記号

1 0 3

F I

G 0 1 F 1/66

1 0 3

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平9-89088

(22)出願日 平成9年(1997)4月8日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 安斎 良郎

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(72)発明者 矢沢 節雄

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(72)発明者 岡村 共由

茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日立製作所土浦工場内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

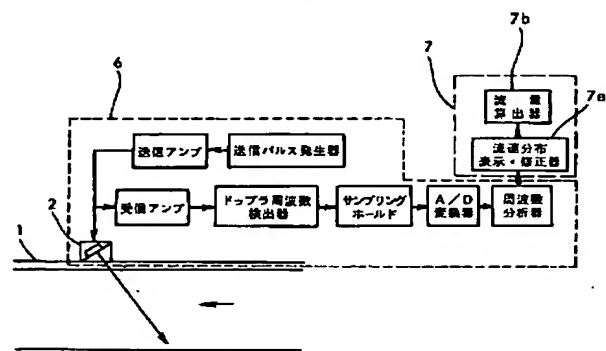
(54)【発明の名称】 パルスドップラ式超音波流量計

(57)【要約】

【課題】パルスドップラ式超音波流量計において、超音波センサ設置壁近傍の流速測定精度が低下し、その結果、流量測定精度が低下するという問題を解決する。

【解決手段】測定精度の悪いセンサ近傍の流速測定結果は用いずに、精度よく測定される流路壁から離れた領域の測定結果から外挿してセンサ近傍の領域の流速を求め、その流速分布を用いて流量を求める。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】パルスドップラ式超音波流量計において、検出した測定流路断面の流速分布から流量を算出する際、超音波送受波器を設置した側の流路壁近傍の検出流速データ（A）は無視し、壁面近傍以外で検出された流速分布データ（B）から上記流路壁側へ外挿して得られる流速分布データ（C）に置き換えて修正し、送受波器側壁面近傍は上記修正流速分布を適用し、それ以外の断面は送受波器で検出された流速分布データ（B）を適用して流路断面の流速分布を構成し、その流速分布に基づいて流量を算出することを特徴とするパルスドップラ式超音波流量計。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、流量測定法に係わり、例えば、上水道・雨水排水・農業用水等のために用いられる流体機械のパルスドップラ式超音波流量計に関

$$V = C \Delta f / 2 f_0 \cos \theta$$

ここに、C：水の音速、 f_0 ：送信超音波の周波数、 Δf ：ドップラシフト周波数、 θ ：超音波の進行方向と管壁とのなす角度である。検出位置 L は次式により求めら

$$L = C \cdot t \cdot \sin \theta / 2$$

ここに、t：ゲート時間である。この信号取り込のゲート時間を変化させると、超音波が送受波器から往復する時間が変わり、測定する位置を変えることができる。このように、管内の測定位置はゲート時間を変えることにより、その位置の流速はドップラ信号で検出することが可能で、すなわち、管内の流速分布を測定できることになる。得られた流速分布を管断面に対して積分することにより流量が得られる。1 個の送受波器で流速分布に基づく流量が得られるので、使い勝手がよく且つ高い測定精度の流量計を得ることができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術には以下の課題が存在する。図 5 左に示すような断面が円形の配管についてパルスドップラ式超音波流量計で検出した場合の管内の流速分布の結果の一例を図 5 右に示す。この図に示されるように送受波器側の管壁近傍の X n の領域には、乱れた流速分布（A）が検出される場合がある。これは、超音波の送受波器 2 内の超音波素子 2 a から出た超音波が、送受波器端面 2 b（あるいは管の外壁面 1 a）や管の内壁面 1 b で反射し、管内の粒子から散乱された正規の超音波信号に対して大きなノイズとなり、ドップラ信号が正しく得られないからである。このような影響は、超音波素子 2 a の端面と流路壁内面 1 b の距離 L_0 が流路の測定距離 L に比べ無視できない場合に問題となる。

【0006】このノイズを低減するには超音波素子 2 a の端面から流路壁内面 1 a の距離 L_0 を小さくしたり、材質の音響インピーダンス（密度×音速）を流路内の液

する。

【0002】

【従来の技術】従来この種の流量測定方法において、パルスドップラ式超音波方式のものとしては、例えば、特開平 8-125633 号公報に記載のものがある。本方式によれば、例えば図 4 に示すようにポンプ吐出管の外壁 1 に 1 個の超音波送受波器 2 を取り付け、そこからバースト状（幾つかのパルス波）の超音波 3 を発信し、管内の微小粒子 4 a、4 b 等から散乱される超音波 5 a、5 b 等を上記の送受波器 2 で受信する。その受信波には微小粒子の超音波の進行方向の移動速度 $V_b \cos \theta$ すなわち流速に基づく周波数 Δf のドップラシフトを受けた信号が入っており、周波数分析により Δf を求め、次式から流速 V が検出される。

【0003】

【数 1】

…（数 1）

れる。

【0004】

【数 2】

…（数 2）

体と同じにする必要がある。しかし、このような方策を実施することは極めて困難である。というのは、距離 L_0 を小さくするには超音波素子 2 a の直径を小さくする必要がある。しかし、直径を小さくすると超音波の出力が小さくなり鋼鉄製の流路壁 1 を超音波が透過できなくなり、あるいは透過できても散乱波の強度が弱いため受信波を受信できなくなり、管内の流速を得ることができなくなる。一方、材質の音響インピーダンスを測定対象の流体の水と同じにすることは、管壁に穴をあけて樹脂製の窓を設置してそこに超音波送受波器を設置する必要がある。このようなことは既存のポンプの流量を測定する場合は、極めて困難である。

【0007】

【課題を解決するための手段】検出された流速分布を積分して流量を算出する際、測定精度が悪い送受波器側の管壁近傍の流速データ（A）は適用せず、管壁近傍以外の精度よく検出された流速分布データ（B）から管壁近傍の流速分布データ（C）を外挿して求め、上記の流速分布データ（B）と（C）から流量を算出する。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明の第 1 の実施形態を図 1 により説明する。流路 1 の外壁面に超音波送受波器（センサ）2 を取り付け、送受波器 2 には従来技術のパルスドップラ式超音波流速計 6 が接続されている。本流速計 6 には流速分布の表示・修正器 7 a 及び流速分布から積分して流量を求める流量算出器 7 b からなる流量修正装置 7 が接続されている。

【0009】このような流量測定装置において、パルス

ドップラ式超音波流速計 6 の出力として、流路の半径方向と流速との関係すなわち軸方向流速の半径方向の分布図として図 2 に示す実線の曲線が得られる。すなわち、送受波器側管壁近傍の領域 X_n の範囲の流速分布曲線

(A) は、送受波器と流路壁の材料と流路内の液の音響インピーダンスが異なるため、それぞれの境界面で反射するノイズにより、正規の流速分布非常に異なった分布形状を呈する場合がある。しかし、実際の流速分布はこのように短い半径方向距離で凹凸を示すことはなく、境界層の発達により流路中心から管壁に向かって流速は漸減する傾向を示す。従って、このように実際の流れを示していない (A) の流速分布を用いて流量を算出すると、正しい流量が得られない。

$$Q = \int_0^D (V(c) + V(b)) B(r) dr$$

【0012】ここに、 $V(c)$ ：管壁近傍の修正した流速、 $V(b)$ ：管壁近傍以外の検出された流速、 D ：流路の直径、 $B(r)$ ：流路の測定距離 L と直角方向の幅である。

【0013】図 2 において流速分布曲線 (B) と (C) からなる曲線は、測定箇所の上流近傍の流路内に障害物や急激な曲がりや合流管がなければ、通常、流路中心付近の流速が最大で、管壁側に向かうに従い境界層が発達するため流速は漸減する。従って、修正した流速分布曲線は、横軸に測定対象の流路幅距離をとり縦軸には流速をとるとき、上に凸な形状を示す。従って、第 2 の実施例では、近似曲線が上に凸な形状とならない場合は、修正曲線が適切でないので修正は誤りであるとの評価を流量算出器に表示できるようにするものである。このようにすれば、不適切な修正を防止することが可能で、装置の測定精度を向上させることができる。第 3 の実施例は、図 2 において流速分布 (A) を無視する範囲 X_n を、図 3 に示すように超音波送受波器内 2 の発信素子面 2a と送受波器の管壁に取り付ける面 2b との間の楔状の充填材の材質長さ L_s 及び流路の壁の材質と厚さ L_p により実験的あるいは理論的に定められる距離 X_n に設定して流速分布を修正する方法である。このようにすれば、検出して得られた流速分布をモニタ画面にてその都度検討する必要はなく、あらかじめ設定した距離 X_n の範囲の検出された流速分布を自動的に修正するので、迅速な測定が可能となる。

【0014】第 4 の実施例を図 1 と図 2 を使って説明する。図 1 の流速分布表示・修正器のモニタ画面には図 2 に示す流速分布 (A) と (B) が当初表示される。次に流速分布 (A) の修正を施す際、ノイズにより正しい流速分布が得られていない範囲 X_n を目視により判断し、修正を施す範囲 X_n をマニュアルにて設定するようにしたものである。このようにすれば、よりの確な修正範囲を設定できるので、流量測定精度をより向上させることができる。測定部の最大流速が管路断面の中心からずれ

【0010】一方、管壁から離れた X_m の領域では上記のノイズの影響が小さくなるので正常な流速分布 (B) が検出される。そこで、流速分布表示・修正器により、正常に検出された流速分布 (B) を正にして領域 X_n 側に外挿して流速分布 (C) を数値解析的に求める。外挿は、流速分布 (B) を例えば最少二乗法で 2～3 次曲線で近似し、その曲線を用いて領域 X_n の流速データが求めることにより行われる。このような外挿により得られた流速分布を破線 (C) で示す。このようにして修正された流速分布 (C) 及び (B) を流量算出器 7b で次式により流量が算出される。

【0011】

【数 3】

… (数 3)

ていたり、流速が一定の箇所が広く存在する場合等、流速分布が単純に上に凸な形状とならないような場合に、本実施例の効果が大きい。

【0015】第 5 の実施例を図 2 を使って説明する。図 1 の流速分布表示・修正器 7b のモニタ画面は図 2 に示すような流速分布が表示される。本実施例では検出された本来の分布曲線と外挿により修正して表示された分布曲線の色や線の種類（実線や破線）を変えて表示し、修正前後の曲線の相違を明瞭に認識できるようにしたものである。このようにすることにより、モニタでの修正作業時のミス操作を防ぎ全体の測定精度向上に寄与できる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、パルスドップラ式超音波流量計で比較的小径の流路の流量を測定するとき、本質的に存在する送受波器の設置側の管壁付近の流速測定精度の低下を補うことが可能で、その結果、流量測定精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例の構成を示すブロック図である。

【図 2】検出された流速分布とその修正した速度分布を示す図である。

【図 3】本発明の第 3 の実施例を示す送受波器を設置した管路の断面図である。

【図 4】従来技術のパルスドップラ式超音波流量計の原理を説明する図である。

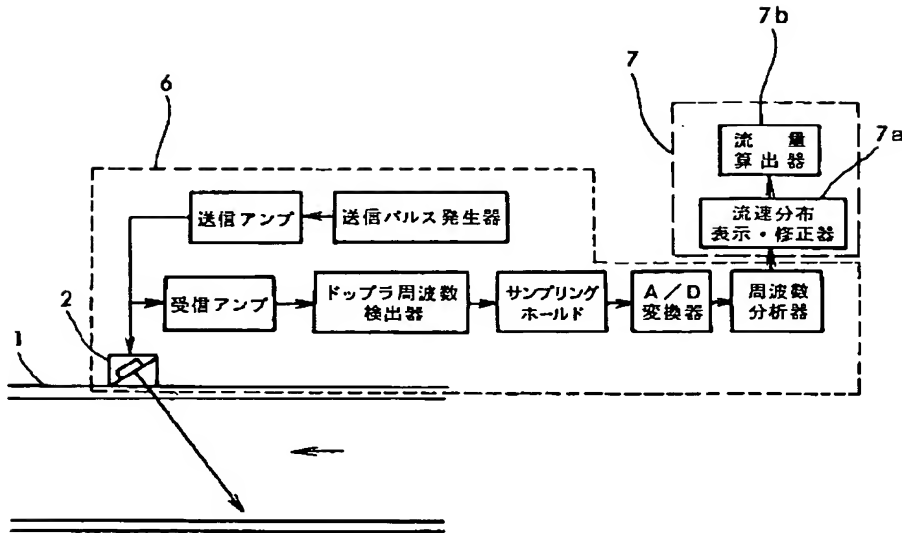
【図 5】従来技術の課題を説明するための超音波送受波器の取付状況と検出された管内の流速分布を示す図である。

【符号の説明】

1…測定流路（管）、2…超音波送受波器、3…バースト状超音波送信波、4…水中の粒子、5…散乱波に基づく受信波、6…パルスドップラ式超音波流速計、7…流量算出装置。

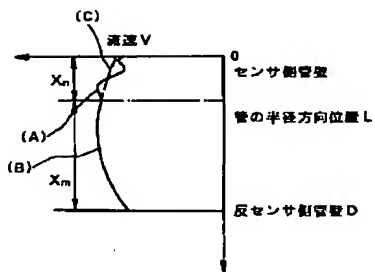
【图 1】

1



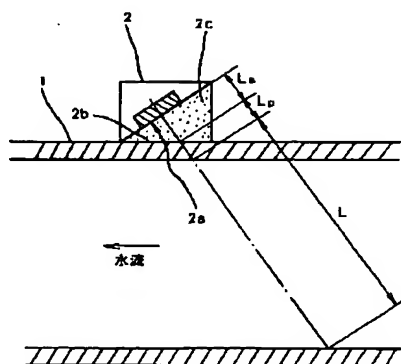
【圖 2】

图 2



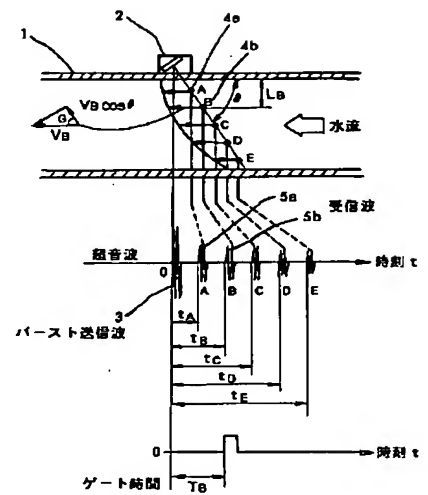
【图 3】

3



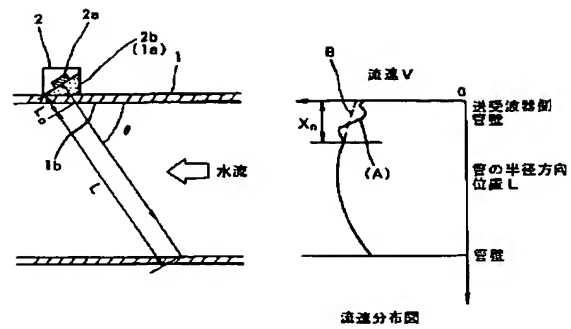
【図 4】

4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

(72) 発明者 古閑 誠明
 茨城県土浦市神立町603番地 株式会社日
 立製作所土浦工場内

this page blank (uspio)